



19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



**DEUTSCHES
PATENTAMT**

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 196 39 884 A 1**

⑤ Int. Cl.⁶:
G 06 K 9/66
G 08 F 15/18
G 01 N 33/493

21 Aktenzeichen: 196 39 884.3
22 Anmeldetag: 27. 9. 96
43 Offenlegungstag: 3. 4. 97

30 Unionspriorität: 32 33 31

27 09 95 1P 7-249082

⑦ Anmelder:

Hitachi, Ltd., Tokio/Tokyo, JP

74) Vertreter:

**Strehl, Schübel-Hopf, Groening & Partner, 80538
München**

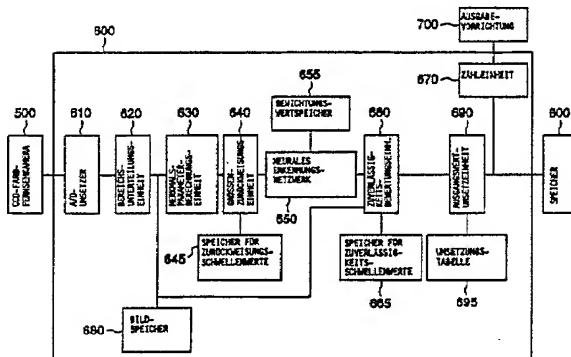
72. Erfinder:

Mitsuyama, Satoshi, Tokio/Tokyo, JP; Motoike, Jun, Hachioji, JP; Oowada, Norio, Ibaraki, JP; Kojima, Yasuaki, Hitachinaka, JP

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Mustererkennungssystem

57 Ein Mustererkennungssystem verfügt über eine Musterverarbeitungseinheit (600) mit Netzwerkaufbau, der aus folgendem besteht: einer Eingangsschicht (651) zum Eingeben eines Merkmalsparameters eines zu erkennenden Objekts als Eingangsinformation; einer Zwischen- oder verborgenen Schicht (652) zum Verarbeiten der Eingangsinformation; und einer Ausgangsschicht (653) zum Ausgeben eines Verarbeitungsergebnisses; wobei die Ausgangswerte jeweiliger die Ausgangsschicht bildender Ausgangsknoten, die der Eingangsinformation entsprechen, mittels der Mustererkennungs-Verarbeitungseinheit miteinander verglichen werden und eine Klassifizierungsgröße, die dem Ausgangsknoten mit maximalem Ausgangswert entspricht, als Erkennungsergebnis hinsichtlich der Eingangsinformation in eine Speicherinheit eingespeichert wird. Das Mustererkennungssystem ist auch mit einer Zuverlässigkeitbewertungseinheit (660) zum Einstellen eines Schwellenwerts hinsichtlich des Ausgangswerts jedes Ausgangsknotens und zum Bewerten der Zuverlässigkeit des Erkennungsergebnisses auf Grundlage der Ausgangswerte der jeweiligen Ausgangsknoten versehen. Wenn die Zuverlässigkeitbewertungseinheit beurteilt, daß die Zuverlässigkeit hoch ist, wird das Erkennungsergebnis in die Speicherinheit eingespeichert.



DE 19639884 A1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft allgemein eine Mustererkennungstechnik, d. h. ein Mustererkennungssystem, das ein Objekt zurückweisen kann, dessen Muster schwer zu erkennen ist, ohne daß eine Mustererkennung ausgeführt wird, wenn ein derartiges Objekt erscheint, bei dem also die Zuverlässigkeit der Mustererkennungsergebnisse gering ist. Spezieller ist die Erfindung auf ein Mustererkennungssystem gerichtet, das für einen Harnsedimentanalysator geeignet ist, der in Harn enthaltene Teilchen klassifizieren kann.

Harnsedimentuntersuchung ist eine Untersuchung, bei der in Urin enthaltene feste Komponenten wie Blutzellen und Epithelzellen untersucht werden und dann die Sorten und Mengen der jeweiligen festen Komponenten mitgeteilt werden. Herkömmlicherweise wird eine derartige Harnsedimentuntersuchung wie folgt ausgeführt. Es wird eine vorbestimmte Menge an Urin zentrifugiert, um Sedimentkomponenten zu erhalten, die dann angefärbt werden, und dann werden die angefärbten Sedimentkomponenten als Probe auf einem Abstrichträger gesammelt. Dann beobachtet ein Laborant diese Probe unter Verwendung eines Mikroskops. Die jeweiligen Komponenten werden auf Grundlage von Merkmalen mit der Form und der Anfärbbarkeit klassifiziert. Da auch dieselben Komponenten verschiedene Formen zeigen können, ist die Wahrscheinlichkeit hoch, daß die Klassifizierung dieser Komponenten schwierig ist. Auch existieren Fälle, daß in der Luft vorhandene Verunreinigungen in die Urinprobe eintreten, da eine solche im allgemeinen der offenen Luft ausgesetzt ist. Was derartige Verunreinigungsteilchen betrifft, wird sie der Laborant nicht klassifizieren, sondern er wird nur typische Teilchen klassifizieren, für die dies korrekt ausgeführt werden kann.

Techniken zum automatischen Vornehmen einer Harnsedimentuntersuchung sind z. B. in den Dokumenten JP-A-57-500995 (WO81/03224), JP-A-63-94156 und JP-A-5-296915 offenbart, gemäß denen im Urin vorhandene feste Komponenten oder Teilchen als Stehbilder photographiert werden. Bei diesen herkömmlichen Techniken wird die Probe so zugeführt, daß sie durch eine Strömungszelle mit speziellen Formen läuft, und die in der Probe enthaltenen Teilchen werden so zugeführt, daß sie in einen weiten photographierbereich strömen. Wenn feste Komponenten innerhalb der Probe bekannt werden, wird eine Blitzlampe eingeschaltet, und die vergrößerten Bilder der im Urin enthaltenen festen Komponenten werden als Stehbilder photographiert. Um die so photographierten Sedimentkomponenten automatisch zu analysieren, werden als erstes, nachdem der Bereich der Sedimentkomponenten vom zugehörigen Hintergrundbereich des Bilds getrennt ist, die Bildmerkmalsparameter im Bereich der Sedimentkomponenten berechnet. Die Klassifizierung erfolgt auf Grundlage dieser Merkmalsparameter. Als Bildmerkmalsparameter werden z. B. die Fläche, der Umriß und die mittlere Farbdichte verwendet. Eine Technik zum Abtrennen des Bereichs fester Komponenten vom Hintergrundbereich eines Bilds ist z. B. im Dokument JP-A-1-119765 mit dem Titel "Bereichstrennverfahren für Blutzellenbilder" beschrieben. Bei dieser Technik wird der Bildbereich dadurch in Farbbereiche unterteilt, daß ein aus einem Graustufenhistogramm berechneter Schwellenwert verwendet wird.

Als Technik zum Klassifizieren eines Teilchens aus einem Bildmerkmalsparameter beschreiben z. B. die

Dokumente JP-A-58-29872 und JP-A-3-131756 die Klassifizierung eines Blutzellenbilds. Das Dokument JP-A-58-29872 führt aus, daß entweder eine Unterscheidungstheorie, die mit einer mehrstufigen statistischen Unterscheidungsfunktion auf Grundlage der Bildmerkmalsparameter kombiniert wird oder die Entscheidungsbaumtheorie verwendet wird. Das Dokument JP-A-3-131756 führt aus, daß als Erkennungstheorie ein mehrschichtiges Netzwerk verwendet wird. Wenn die Mustererkennung unter Verwendung einer Netzwerkstruktur ausgeführt wird, werden normalerweise die folgenden Verfahren verwendet. Als erstes werden Ausgangsknoten bereitgestellt, deren Menge derjenigen der Klassen entspricht, in die Objekte zu klassifizieren sind, und dann werden diese Ausgangsknoten den Klassen jeweils einzeln zugeordnet. Danach wird das Netzwerk dadurch aufgebaut, daß ein Trainingsmuster in solcher Weise verwendet wird, daß dann, wenn ein bestimmtes Muster eingegeben wird, das Ausgangssignal desjenigen Knotens, der der zum Eingangsmuster gehörenden Klasse entspricht, unter den Ausgangssignalen der jeweiligen Ausgangsknoten maximal wird. Wenn einmal ein unbekanntes Muster erkannt wird, wird dieses eingegeben. Wenn nun angenommen wird, daß diejenige Klasse, die dem Ausgangsknoten entspricht, der den Maximalwert ausgibt, als diejenige Klasse erkannt wird, die zum unbekannten Muster gehört, wird diese Klasse als Erkennungsergebnis angezeigt. Das Dokument JP-A-3-131756 beschreibt ferner, daß für den Ausgangswert eine Schwellenwert vorhanden ist, die dazu benutzt wird, daß eine Probe nicht klassifiziert werden kann, wenn der maximale Ausgangswert kleiner als oder gleich groß wie diese Schwellenwert ist. Auch beschreibt das Dokument JP-A-4-1870, daß der Bestätigungsgrad mit dem Schwellenwert verglichen wird; wenn der Bestätigungsgrad größer als der Schwellenwert ist, wird das Ausgangsergebnis als Erkennungsergebnis verwendet, wohingegen andernfalls das Ausgangsergebnis verworfen wird. Infolgedessen kann die Zuverlässigkeit des Erkennungsergebnisses erhöht werden. Das Dokument JP-A-4-294444 beschreibt, daß die Ausgangswert-Zuverlässigkeit eines neuralen Netzwerks durch eine Zuverlässigkeitbewertungseinrichtung bewertet wird.

Wie vorstehend beschrieben, ist es schwierig, bei einer Harnsedimentuntersuchung eine korrekte Klassifizierung auszuführen. Auch existieren viele Komponenten, die von einem Laboranten nicht notwendigerweise klassifiziert werden. Solche schwierig zu klassifizierenden Objekte können beim Aufbau eines automatischen Untersuchungssystems zu Problemen führen. Z.B. konnten bei einem automatischen Untersuchungssystem wie dem oben beschriebenen, bei dem Sedimentkomponenten als Bild photographiert werden und dann die Erkennung mittels des Bilds ausgeführt wird, wenn eine vorbestimmte Menge an Urin als Probe verwendet wird, in der eine große Anzahl von Sedimentkomponenten vorhanden ist, aufgrund von Hardwarebeschränkungen nicht alle auftretenden Objekte verarbeitet werden, z. B. wegen Beschränkungen hinsichtlich der Bildverarbeitungsgeschwindigkeit, der Bilddaten-Übertragungsgeschwindigkeit sowie der Speicherkapazität des Bildspeichers und eines Datenspeichers. Wenn in solchen Fällen eine sehr große Anzahl nicht klassifizierbarer Komponenten vorhanden ist, besteht die Gefahr, daß Komponenten, die eigentlich klassifiziert werden sollten, übersehen werden, wodurch die statistische Zuverlässigkeit der Klassifizierung beeinträchtigt ist.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Mu-

stererkennungssystem zu schaffen, das zuverlässig arbeiten kann.

Diese Aufgabe ist durch die Lehren der beigefügten unabhängigen Ansprüche gelöst. Ihnen ist gemeinsam, daß dann, wenn eine nicht zu klassifizierende Komponente erscheint, diese Komponente in einem Anfangsverarbeitungsstadium eines Mustererkennungsprozesses erkannt wird. Dann werden die folgenden Verarbeitungsstadien weggelassen, um zu vermeiden, daß eine Komponente übersehen wird, die eigentlich klassifiziert werden sollte, wodurch die statistische Zuverlässigkeit verbessert wird.

Normalerweise wird, wenn ein Netzwerk aufgebaut wird (eingelernt wird) ein zu klassifizierendes Lernmuster bereitgestellt. Wenn ein bestimmtes Muster eingegeben wird, wird dafür gesorgt, daß sich eine solche Zielausgangsinformation ergibt, daß das Ausgangssignal desjenigen Ausgangsknotens, der der Klasse entspricht, zu dem das Eingangsmuster gehört, 1 wird, während die Ausgangssignale der anderen Knoten 0 werden. Dann ist dieses Netzwerk so aufgebaut, daß ein mittels der Trainingsdaten angenäherter Wert ausgegeben wird. Wenn ein unbekanntes Muster eingegeben wird, wird diejenige Klasse, die dem Ausgangsknoten entspricht, der unter den jeweiligen Knoten den maximalen Wert ausgibt, als Mustererkennungsergebnis erkannt (nachfolgend einfach als "Erkennungsergebnis" bezeichnet). Es ist denkbar, daß dabei ein derartiges Eingangsmuster näherungsweise einem Trainingsmuster entspricht und entsprechend erkannt wird. D.h., daß die Kombination der von den jeweiligen Ausgangsknoten hergeleiteten Ausgangswerte näherungsweise der Kombination der Werte entspricht, die als Trainingsdaten vorgegeben sind (nur ein Ausgangsknoten gibt 1 aus, und die anderen Ausgangsknoten geben 0 aus). Umgekehrt ist dann, wenn die Kombination der Ausgangswerte der Ausgangsknoten stark von der Kombination der als Trainingsdaten vorgegebenen Werte ist, das Eingangsmuster stark vom Lernmuster verschieden. So ist die Wahrscheinlichkeit groß, daß diese Komponenten nicht klassifiziert werden müssen oder daß es schwierig ist, sie zu klassifizieren. Selbst wenn eine Erkennung derselben ausgeführt würde, wäre die zugehörige Zuverlässigkeit gering. Z.B. ist die Erkennungszuverlässigkeit gering, wenn der Maximalwert relativ klein ist oder wenn Ausgangswerte neben dem maximalen Ausgangswert relativ große Werte einnehmen.

Infolgedessen wird eine solche Maßnahme verwendet, daß für die jeweiligen Ausgangswerte der Ausgangsknoten in der Netzwerkstruktur Schwellenwerte vorgegeben werden, und die Erkennungszuverlässigkeit wird auf Grundlage der jeweiligen Ausgangswerte der Ausgangsknoten beurteilt. Nur wenn die Zuverlässigkeit hoch ist, wird das Erkennungsergebnis ausgegeben, um in einer Folgestufe einen Verarbeitungsvorgang auszuführen. Wenn die Zuverlässigkeit gering ist, wird das Erkennungsergebnis nicht ausgegeben, und es wird kein weiterer Verarbeitungsvorgang in der Folgestufe ausgeführt. Andernfalls wird, wenn eine Anzahl vorausgewählter Ausgangsknoten Maximalwerte ausgibt, das Erkennungsergebnis in die Speichereinrichtung eingespeichert. Bei einem anderen System, in das ein zu klassifizierendes Objekt als Bild eingegeben wird, werden, wenn es schwierig ist, wegen der Auflösung des Abbildungssystems ein zu kleines Objekt zu erkennen, die Fläche dieses kleinen Objekts, sein Umfang und die Projektionslängen entlang der X- und der Y-Achse im Bild berechnet. Dann wird bei einem Objekt mit einer kleine-

ren Abmessung als einer vorgegebenen Abmessung keine Erkennung ausgeführt.

Anders gesagt, zeichnen sich erfundungsgemäß Mustererkennungssysteme durch folgendes aus: sie verfügen über eine Mustererkennungs-Verarbeitungseinrichtung mit einer Netzwerkstruktur aus folgendem: einer Eingangsschicht zum Eingeben eines Merkmalsparameters eines der Erkennung unterliegenden Objekts als Eingangsinformation; einer verborgenen oder Zwischenschicht zum Verarbeiten dieser Eingangsinformation und einer Ausgangsschicht zum Ausgeben des Verarbeitungsergebnisses, wobei Ausgangswerte der jeweiligen Ausgangsknoten, die die Ausgangsschicht bilden und die der Eingangsinformation entsprechen, durch die Mustererkennungs-Verarbeitungseinrichtung miteinander verglichen werden und eine Klasse, die demjenigen Ausgangsknoten entspricht, dessen Ausgangswert maximal ist, als Erkennungsergebnis hinsichtlich der Eingangsinformation in eine Speichereinrichtung eingespeichert wird, wobei (1) das Mustererkennungssystem ferner eine Zuverlässigkeitssbewertungseinrichtung aufweist, um einen Schwellenwert hinsichtlich des Ausgangswerts jedes der Ausgangsknoten einzustellen und um die Zuverlässigkeit eines jeweiligen Erkennungsergebnisses auf Grundlage der Ausgangswerte der jeweiligen Ausgangsknoten zu bewerten, wobei dann, wenn die Zuverlässigkeitssbewertungseinrichtung beurteilt, daß die Zuverlässigkeit hoch ist, das Erkennungsergebnis in die Speichereinrichtung eingespeichert wird; und wobei, (2) wenn mehrere vorbestimmte Ausgangsknoten Maximalwerte ausgeben, das Erkennungsergebnis in die Speichereinrichtung eingespeichert wird.

Gemäß der Erfindung kann auch bei automatischer Mustererkennung ein Objekt erkannt werden, das nur schwer zu erkennen/zu klassifizieren ist und für das die Erkennungszuverlässigkeit gering ist. Dieses Objekt kann aus den Verarbeitungsstufen herausgenommen werden, so daß deren Wirkungsgrad erhöht werden kann und Speicherkapazität der Speichereinrichtung eingespart werden kann.

Es wird nun auf Fig. 1 Bezug genommen, um die Erfindung kurz zusammengefaßt darzustellen. Zunächst wird ein Merkmalsparameter des zu erkennenden Objekts berechnet (S6). Unter den Merkmalsparametern wird auf die Dimension geachtet, um ein Objekt mit sehr kleiner Dimension aus dem Verarbeitungsvorgang auszuschließen (S7). Ferner werden Parameter, die die Erkennungszuverlässigkeit anzeigen, unter Bezugnahme auf die Ausgangswerte der jeweiligen Ausgangsknoten des neuronalen Netzwerks erhalten. Diese Parameter werden mit Schwellenwerten verglichen, die zum Bewerten der Zuverlässigkeit verwendet werden. Wenn die Zuverlässigkeit gering ist, wird dieses Objekt aus der Erkennung/Klassifizierung ausgeschlossen (S8, S9). Infolgedessen kann bei der Mustererkennung eine Ermittlung solcher Objekte erfolgen, die schwer zu erkennen/zu klassifizieren sind und die bei einer von Hand ausgeführten Mustererkennung vom Laboranten aus der Erkennung ausgeschlossen werden. Dann können andere Objekte erkannt und klassifiziert werden.

Die Erfindung ist am besten aus der folgenden detaillierten Beschreibung in Verbindung mit den beigefügten Zeichnungen zu verstehen.

Fig. 1 ist ein Flußdiagramm, das einen Verarbeitungsvorgang veranschaulicht, wie er in einem Harnsedimentanalysator mit einem Mustererkennungssystem gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung ausge-

führt wird;

Fig. 2 veranschaulicht schematisch ein Aufbaubeispiel einer Durchsichtsausrüstung gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung;

Fig. 3 veranschaulicht schematisch ein Aufbaubeispiel eines Bildverarbeitungssystems bei einem Ausführungsbeispiel der Erfindung;

Fig. 4 veranschaulicht schematisch ein Aufbaubeispiel eines neuralen Erkennungsnetzwerks gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung;

Fig. 5 repräsentiert schematisch die Verbindungsbeziehung zwischen dem neuralen Netzwerk und einem neuralen Netzwerk zur Zuverlässigkeitssbewertung gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung; und

Fig. 6 veranschaulicht schematisch ein Aufbaubeispiel für einen Harnsedimentanalysator mit einem Mustererkennungssystem gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung.

Unter Bezugnahme auf die Zeichnungen wird nun im einzelnen ein Harnsedimentanalysator beschrieben, bei dem ein Mustererkennungssystem gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung verwendet ist.

Fig. 6 veranschaulicht schematisch ein Aufbaubeispiel eines derartigen Analysators. Diese Zeichnung zeigt eine Systemanordnung mit einem Bilderzeugungssystem und einem Erkennungssystem im Analysator. Bei diesem Analysator ist eine Strömungszelle 100 zum Erzeugen einer ebenen Strömung einer Urinprobe verwendet. Diese Probenströmung verfügt über geringe Dicke und eine Breite, die sich zwischen einer CCD-Farbfernsehkamera 500 und einer Impulslampe 300 erstreckt. Von einem Halbleiterlaser 210 wird Laserlicht über eine Linse 220 auf die innerhalb der Strömungszelle 100 erzeugte Harnprobenströmung gestrahl, wobei durch die Zelle auch eine Ummantelungslösung strömt, wobei ein Teilchendetektor 230 ermittelt, daß feste Komponenten durch die Strömungszelle 100 laufen. Synchron mit diesem Ermittlungssignal wird von der Impulslampe 300 emittiertes Licht auf die Urinprobenströmung gestrahl. Da das Licht der Impulslampe 300 momentan eingestrahl wird, kann unter Verwendung der CCD-Farbfernsehkamera 500 ein Bild der im Urin enthaltenen festen Komponenten, vergrößert über eine Objektivlinse 400, als Stehbild photographiert werden. Dieser Analysator verfügt über eine Anzahl Meßmodi, und er ändert Strömungsbedingungen, z. B. die Geschwindigkeit oder die Menge, hinsichtlich der durch die Strömungszelle 100 fließenden Probe, und er ändert auch die Vergrößerung der Objektlinse 400.

Das erfaßte Bild wird an ein Bildverarbeitungssystem 600 übertragen. Dieses Bildverarbeitungssystem 600 ermittelt die Art der im Bild vorhandenen festen Komponenten und zählt die Anzahl von Objekten jeder Sorte in einer einzelnen, gerade untersuchten Probe. Das Zählergebnis wird über eine Ausgabeeinrichtung 700 an eine Bedienperson mitgeteilt. Als Ausgabeeinrichtung 700 wird ein Drucker verwendet. Sowohl die Bilddaten als auch das Erkennungsergebnis zu diesem Bild werden vom Bildverarbeitungssystem 600 an einen Speicher 800 (der ein Festplattenlaufwerk verwendet) übertragen.

Fig. 2 zeigt schematisch ein Aufbaubeispiel für eine Durchsichtsausrüstung gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung. Wie es in Fig. 2 dargestellt ist, kann die Durchsichtsausrüstung 900 ein Bild und ein Erkennungsergebnis, wie im Speicher 800 abgespeichert, unter Verwendung eines Computers 920 anzeigen, der mit einer CRT(Kathodenstrahlröhre)-Anzeige 910 und, falls erforderlich, einer Tastatur 930 versehen ist. Eine Be-

dienperson kann, wenn das auf der CRT-Anzeige 910 angezeigte Erkennungsergebnis einen Fehler zeigt, dieses fehlerhafte Erkennungsergebnis korrigieren, während sie das auf der CRT-Anzeige 910 angezeigte Bild betrachtet, und dann kann sie das korrigierte Erkennungsergebnis erneut in den Speicher einspeichern.

Nun erfolgt eine detailliertere Beschreibung zur Innenanordnung des Bildverarbeitungssystems 600. Fig. 3 repräsentiert schematisch ein Aufbaubeispiel für ein Bildverarbeitungssystem gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung. Fig. 4 zeigt schematisch Aufbaubeispiel für ein neurales Erkennungsnetzwerk gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung. Fig. 5 zeigt schematisch eine Verbindungsbeziehung zwischen dem neuralen Erkennungsnetzwerk und einem neuralen Netzwerk zur Zuverlässigkeitssbewertung gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung. Ein von der CCD-Farbfernsehkamera 500 eingegebenes analoges Bildsignal wird durch einen A/D-Umsetzer 610 in digitale Bilddaten umgesetzt, die dann an eine Bereichsunterteilungseinheit 620 geliefert werden. Die Bereichsunterteilungseinheit 620 unterteilt ein Bild in einen Hintergrundbereich und einen Objektbereich, und die Bilddaten jedes abgetrennten Objekts werden in einen Bildspeicher 680 eingespeichert. Eine Merkmalsparameter-Berechnungseinheit 630 berechnet einen Merkmalsparameter des abgetrennten Bereichs, der von der Bereichsunterteilungseinheit 620 als Objektbereich abgetrennt wurde. Wenn mehrere Objektbereiche im Bild vorhanden sind, werden jeweils die Merkmalsparameter für diese Objektbereiche berechnet. Was die Merkmalsparameter betrifft, werden z. B. die folgenden Größen verwendet: die Fläche des Objektbereichs, sein Umfang, seine Projektionslänge im Bild entlang der X-Achse, eine andere Projektionslänge desselben entlang der Y-Achse sowie die mittlere Farbdichte.

In einer Größenzurückweisungseinheit 640 wird ein mit der Dimension des Objektbereichs, unter den erhaltenen Merkmalsparametern, in Beziehung stehender Merkmalsparameter verwendet, und für einen Bereich, der kleiner als eine vorbestimmte Größe ist, wird ein Verarbeitungsvorgang weggelassen, der auf den Erkennungsprozeß durch das neurale Netzwerk folgt. Da es aufgrund der Auflösung der CCD-Farbfernsehkamera 500 und Einflüssen, wie sie durch die Strömungsgeschwindigkeit der Probe hervorgerufen sind, schwierig ist, ein Objekt mit kleiner Größe korrekt zu klassifizieren, und da ferner die meisten Objekte, die tatsächlich aus der Erkennung ausgeschlossen werden sollten, sehr kleine Komponenten sind, können mittels der Größenzurückweisungseinheit 640 anschließende überflüssige Verarbeitungsvorgänge ausgeschlossen werden. Es ist zu beachten, daß die Größenzurückweisungseinheit 640 jedesmal dann, wenn ein neuer Meßmodus ausgewählt wird, sie einen geeigneten Verarbeitungsvorgang auswählen und ausführen muß, da die Vergrößerung beim Photographievorgang und die Strömungsgeschwindigkeit der Probe bei den Meßmodi voneinander verschiedenen sind.

Nun wird ein typischer Verarbeitungsvorgang der Größenzurückweisungseinheit für einen Fall beschrieben, bei dem angenommen ist, daß als Merkmalsparameter für den Objektbereich der Umfang L zum Zurückweisen der Größe verwendet wird. Wie bereits beschrieben, verfügt dieses System über mehrere Meßmodi mit verschiedenen Strömungsraten für die Urinproben sowie verschiedenen Vergrößerungen der Objektivlinse 400. Für diesen Fall ist die Anzahl von Meßmodi

als k angenommen. Dann sind k Werte L_1 bis L_k in einen Speicher 645 für Zurückweisungsschwellenwert eingespeichert, und eine Auswahl erfolgt mit dem für den Meßmodus passenden Wert. Anders gesagt, wird, wenn das System im Meßmodus i betrieben wird, der Wert L_i als Schwellenwert ausgewählt. Wenn L_i mit dem Durchmesser L des Objektbereichs verglichen wird und wenn $L > L_i$ gilt, wird der Merkmalsparameter an das neurale Erkennungsnetzwerk 650 übertragen, um in der folgenden Stufe verarbeitet zu werden. Wenn $L \leq L_i$ gilt, wird das Objekt zurückgewiesen, so daß kein Verarbeitungsvorgang in der folgenden Stufe ausgeführt wird, sondern sofort zum Verarbeitungsvorgang für das nächste Objekt übergegangen.

Es ist zu beachten, daß bei diesem Beispiel zwar die Verwendung des Durchmessers des Objekts beschrieben ist, daß jedoch in ähnlicher Weise ein anderer Merkmalsparameter verwendet werden kann, der die Größe des Objekts anzeigt, dessen Fläche, dessen Projektionslänge entlang der X-Achse oder dessen Projektionslänge entlang der Y-Achse. Alternativ können mehrere Merkmalsparameter kombiniert werden, und es kann der kombinierte Merkmalsparameter verwendet werden. Als Beispiel wird nun ein anderer Fall erläutert, bei dem die Projektionslänge der Px-Achse zusätzlich zum Umfang L verwendet wird. In diesem Fall sind $2k$ Werte L_1 bis P_{kk} im Schwellenwertspeicher abgespeichert, und wenn das System im Meßmodus i betrieben wird, wird der Verarbeitungsvorgang unter Verwendung von L_i und P_{xi} ausgeführt. Wenn $L > L_i$ und $P_x > P_{xi}$ gelten, werden die Verarbeitungsvorgänge in der folgenden Stufe ausgeführt. Andernfalls wird kein Verarbeitungsvorgang in der folgenden Stufe ausgeführt, sondern es wird direkt zum Verarbeitungsvorgang für das nächste Objekt übergegangen.

Die obige Erläuterung erfolgte für Fälle, gemäß denen in jeweiligen Meßmodi derselbe Merkmalsparameter verwendet wird. Alternativ könnten z. B. in einem Meßmodus 1 der Umfang und die Fläche verwendet werden, während in einem Meßmodus 2 die Fläche und die Projektionslänge entlang der X-Achse verwendet werden. D.h., daß in jeweiligen Meßmodi verschiedene Merkmalsparameter verwendet werden können oder daß bei jedem Meßmodus anders kombinierte Merkmalsparameter verwendet werden können. Es ist auch zu beachten, daß beim Beispiel zwar die zu verwendenden Schwellenwerte im Speicher 645 für Zurückweisungsschwellenwerte abgespeichert sind, daß diese Schwellenwerte jedoch vom Benutzer bei Bedarf umgeschrieben werden können. Dabei wird ein Schwellenwert z. B. dadurch spezifiziert, daß die Tastatur 930 der Durchsichtausrüstung 900 verwendet wird und der spezifizierte Schwellenwert von dieser an den Speicher 645 für Zurückweisungsschwellenwerte übertragen wird.

Ein Merkmalsparameter zu einem nicht von der Größenzurückweisungseinheit zurückgewiesenen Objekt wird in das neurale Erkennungsnetzwerk 650 eingegeben, um dort erkannt zu werden. Wie es in Fig. 4 veranschaulicht ist, besteht das neurale Erkennungsnetzwerk 650 aus einer Eingangsschicht 651, einer Ausgangsschicht 653 und mehreren verborgenen Schichten 652. In Fig. 4 ist die Anordnung eines neuralen Netzwerks mit g verborgenen Schichten dargestellt, die den Eingangsparameter unter Verwendung von p Werten von Merkmalsparametern in r Klassen (Klassifizierungsgrößen) klassifizieren. Die Eingangsschicht 651 verfügt über dieselbe Anzahl von Knoten, wie Merkmalsparameter vorliegen, und in jeden der Knoten wird ein spe-

zieller Merkmalsparameter eingegeben. Die Ausgangsschicht 653 verfügt über dieselbe Anzahl wie zu klassifizierende Klassen (Klassifizierungsgrößen) vorliegen, wobei die jeweiligen Knoten den jeweiligen speziellen Klassen (Klassifizierungsgrößen) entsprechen. Im Fall eines Urinsedimentanalysators existieren z. B. rote Blutzellen, weiße Blutzellen und Epithelzellen als Klassen (Klassifizierungsgrößen). Die verborgene Schicht 652 besteht entweder aus einer einzelnen Schicht oder mehreren Schichten, und jede dieser Schichten verfügt über mehrere Knoten.

Die Eingangsschicht 651 gibt den Eingangswert an die jeweiligen Knoten in der ersten Schicht der verborgenen oder Zwischenschicht 652. Die jeweiligen Knoten der verborgenen Schicht 652 geben eine gewichtete Summe der Ausgangswerte der jeweiligen Knoten der Schichten in den Vorstufen mit festgelegt monoton zunehmender Funktion, die als "S-Funktion" bezeichnet wird, ein, und dann geben sie den auf Grundlage der S-Funktion berechneten Wert als Ausgangswert des Knotens aus. Die von den jeweiligen Knoten der verborgenen Schicht 652 und der Ausgangsschicht 653 ausgeführte Berechnung ist durch die folgende Gleichung 1 wiedergegeben:

$$z = f(\sum w_i x_i - \Theta) \quad (1).$$

Es ist zu beachten, daß das Symbol z den Ausgangswert der folgenden Schicht angibt, das Symbol x_i den Ausgangswert des Knotens i in der vorangehenden Schicht angibt, das Symbol w_i einen Gewichtungswert angibt, das Symbol Θ einen Schwellenwert angibt, das Symbol f die S-Funktion repräsentiert und die Summierung S so ausgeführt wird, daß i von 1 bis n läuft, das Symbol n ist die Anzahl der Knoten in der vorangehenden Schicht. Als Beispiel ist die S-Funktion durch die folgende Gleichung (2) gegeben:

$$f(x) = 1 / \{1 + \exp(-x)\} \quad (2).$$

Die Funktion des neuralen Netzwerks ist durch den Gewichtungswert W_i und den Schwellenwert e definiert, wie bei jedem der Knoten verwendet. Bei diesem Analysator sind verschiedene Gewichtungswerte W_i und verschiedene Schwellenwerte Θ für die jeweiligen Modi im Gewichtungswertspeicher 655 abgespeichert, und die Werte für die jeweiligen Modi werden während des Betriebs in das neurale Erkennungsnetzwerk 650 eingegeben.

Das neurale Erkennungsnetzwerk 650 lernt zuvor unter Verwendung von Trainingsdaten für jeden Meßmodus. Während des Lernvorgangs wird eine große Anzahl von zu den jeweiligen Klassen (Klassifizierungsgrößen) gehörenden Daten bereitgestellt, und wenn ein Merkmalsparameter für ein bestimmtes Bild eingegeben wird, wird das Ausgangssignal des Knotens in der Ausgangsschicht 653, der der Klasse entspricht, zu der dieses Bild gehört, auf 1 eingestellt, wohingegen die Ausgangswerte der anderen Knoten der Ausgangsschicht 653 auf 0 eingestellt werden. Z. B. wird der Lernvorgang auf solche Weise ausgeführt, daß Merkmalsparameter 1 bis p , die aus Bildern berechnet wurden, die zur Klasse 1 gehören, in die jeweiligen Knoten der Eingangsschicht 651 eingegeben werden und dafür gesorgt wird, daß die Ausgangswerte der der Klasse 1 entsprechenden Knoten in der Ausgangsschicht 653 den Wert 1 einnehmen, wohingegen die Ausgangssignale der den Klassen 2 bis r entsprechenden Knoten den Wert 0 einnehmen. Als

Lernverfahren für das neurale Netzwerk kann z. B. das Rückwärtsausbreitungsverfahren verwendet werden (wie es z. B. in "Neural Network Information Processing", herausgegeben von Sangyo-Tosho, 1988, S. 50 bis 54 beschrieben ist).

Das Ausgangssignal des neuralen Erkennungsnetzwerks 650 wird an die Zuverlässigkeitbewertungseinheit 660 von Fig. 3 geliefert. Diese beurteilt auf Grundlage eines der im folgenden erörterten Verfahren (1) bis (7), ob die Zuverlässigkeit hinsichtlich des Erkennungsresultates hoch ist oder nicht. Nur wenn sie beurteilt, daß die Zuverlässigkeit hoch ist, werden die Ausgangswerte der jeweiligen Ausgangsknoten des neuralen Erkennungsnetzwerks 650 an die Ausgangswert-Umsetzeinheit 690 übertragen, Bilddaten für das Objekt werden aus dem Bildspeicher 680 gelesen, und die gelesenen Bilddaten werden dann in den Bildspeicher 800 eingespeichert. Alternativ kann die Bedienperson eines der unten erörterten Verfahren (1) bis (7) auswählen.

Dabei erfolgt die Auswahl von der Bedienperson z. B. unter Verwendung der Tastatur 930 an der Durchsichtausrüstung 900. Es ist zu beachten, daß beim folgenden neuralen Erkennungsnetzwerk 650 die zu klassifizierende Klasse eine von r Klassen ist, der Ausgangswert jedes Ausgangsknotens der Ausgangsschicht 653 des neuralen Erkennungsnetzwerks 650 Z_i ($1 \leq i \leq r$) ist und der Schwellenwert hinsichtlich des Ausgabewerts jedes Ausgangsknotens S_i ($1 \leq i \leq r$) ist. Ferner werden die Werte Z_i ($1 \leq i \leq r$) in absteigender Reihenfolge sortiert, wobei die Ausgangswerte der Ausgangsknoten zu Z_{h1} (für den Maximalwert gilt $Z_a = Z_{h1}$), Z_{h2} (zweitmaximaler Wert $Z_b = Z_{h2}$), Z_{h3}, \dots, Z_{hr} (Minimalwert) angenommen sind, denen die Schwellenwerte S_i ($1 \leq i \leq r$) hinsichtlich der jeweiligen Ausgangswerte der jeweiligen Ausgangsknoten als $S_{h1}, S_{h2}, S_{h3}, \dots, S_{hr}$ entsprechen. Wenn z. B. die in absteigender Reihenfolge sortierten Ergebnisse die Werte Z_5 (Maximalwert), Z_3, Z_1, \dots sind, mit $h1 = 5, h2 = 3, h3 = 1, \dots$, wird Z_5 (Maximalwert) mit S_5 verglichen.

Es sei auch angenommen, daß der Klasse a ($1 \leq a < r$) entsprechende Knoten den Maximalwert Z_1 ausgibt und der Klasse b ($1 \leq b < r$) entsprechende Knoten den zweitmaximalen Wert Z_b ausgibt.

(1) Der Schwellenwert S_i ($1 \leq i < r$) wird so vorab eingestellt und dann, wenn $Z_a > S_a$ gilt, erfolgt die Beurteilung, daß die Erkennungszuverlässigkeit hoch ist. Anders gesagt, wird beurteilt, daß die Erkennungszuverlässigkeit hoch ist, wenn der Maximalwert unter den Ausgangswerten der jeweiligen Ausgangsknoten der Ausgangsschicht größer als der Schwellenwert ist, der für diesen Ausgangsknoten betreffend die Ausgabe des Maximalwerts eingestellt ist. Es ist zu beachten, daß $Z_a = Z_{h1}$ gilt.

(2) Wenn vorab der Schwellenwert T_i ($1 \leq i \leq r$) eingestellt ist und $Z_b < T_b$ gilt, erfolgt die Beurteilung, daß die Erkennungszuverlässigkeit hoch ist. Anders gesagt, wird beurteilt, daß die Erkennungszuverlässigkeit hoch ist, wenn der zweitmaximale Wert unter den Ausgangswerten der jeweiligen Ausgangsknoten der Ausgangsschicht kleiner als der Schwellenwert ist, der für den Ausgangsknoten voreingestellt ist, der den zweitmaximalen Wert ausgeben soll. Es ist zu beachten, daß $Z_b = Z_{h2}$ gilt.

(3) Wenn der Schwellenwert U_i ($1 \leq i \leq r$) eingestellt wird und wenn $(Z_a - Z_b) > U_a$ gilt, erfolgt die Beurteilung, daß die Erkennungszuverlässigkeit hoch ist. Anders gesagt, wird beurteilt, daß die Er-

kennungszuverlässigkeit hoch ist, wenn die Differenz zwischen dem Maximalwert und dem zweitmaximalen Wert unter den Ausgangswert der jeweiligen Ausgangsknoten der Ausgangsschicht größer als der Schwellenwert ist, der für den Ausgangsknoten zum Ausgeben des Schwellenwerts voreingestellt ist. Es ist zu beachten, daß $Z_a = Z_{h1}$ und $Z_b = Z_{h2}$ gelten.

(4) Wenn der Schwellenwert V_i ($1 \leq i \leq r$) vorab eingestellt wird und wenn der aus der Gleichung (3) bezeichnete Wert R der Bedingung $R > V_a$ genügt, wird beurteilt, daß die Erkennungszuverlässigkeit hoch ist. Es ist zu beachten, daß in der Gleichung (3) $Z_{h1} = Z_a$ gilt und daß die Summierung S für i von 1 bis r ausgeführt wird. Anders gesagt, wird beurteilt, daß die Erkennungszuverlässigkeit hoch ist, wenn das Verhältnis des Maximums unter den Ausgangswerten der jeweiligen Ausgangsknoten der Ausgangsschicht zur Summe der Ausgangswerte der jeweiligen Ausgangsknoten größer als der Schwellenwert ist, der für den Ausgangsknoten zum Ausgeben des Maximalwerts eingestellt ist:

$$R = Z_{h1} / \{ \sum Z_i \} \quad (3).$$

(5) Wenn vorab der Schwellenwert W_i ($1 \leq i \leq r$) eingestellt wird und der aus der Gleichung (4) berechnete Wert der Bedingung $Q < W_a$ genügt, wird beurteilt, daß die Erkennungszuverlässigkeit hoch ist. Es ist zu beachten, daß in der Gleichung (4) $Z_{h1} = Z_a$ gilt und daß die Summierung \sum für i von 1 bis r ausgeführt wird. Anders gesagt, wird beurteilt, daß die Erkennungszuverlässigkeit hoch ist, wenn Q kleiner als der Schwellenwert ist, der für den Ausgangsknoten zum Ausgeben des Maximalwerts unter den Ausgangswerten der Ausgangsknoten der Ausgangsschicht eingestellt ist:

$$Q = (Z_{h1} - 1) 2 + \sum (Z_{hi})^2 \quad (4).$$

In diesem Fall entspricht der berechnete Wert Q dem Quadrat des geometrischen Abstands (Summe der quadrierten Differenzen der jeweiligen Komponenten) zwischen dem idealen Ausgangsvektor ($Z_a = 1, Z_i = 0, i \neq a$) und dem tatsächlichen Ausgangsvektor, wenn angenommen ist, daß die Kombination der Ausgangswerte des neuralen Erkennungsnetzwerks 650 als Vektor angesehen wird.

(6) Es werden mehrere der vorstehend beschriebenen Bedingungen (1) bis (5) ausgewählt, und nur dann, wenn beurteilt wird, daß die Zuverlässigkeit hinsichtlich aller ausgewählter Bedingungen hoch ist, wird der Ausgangswert des neuralen Erkennungsnetzwerks 650 an die Ausgangswert-Umsetzeinheit 690 übertragen. Wenn z. B. die Bedingungen (1) und (3) verwendet werden, wird beurteilt, daß die Erkennungszuverlässigkeit hoch ist, wenn die Schwellenwerte S_i und U_i ($1 \leq i \leq r$) vorab eingestellt sind und $Z_a > S_a$ gilt und auch $(Z_a - Z_b) > U_a$ gilt. Anders gesagt, wählt die Bedienperson aus den vorstehend erläuterten Bedingungen (1) bis (5) mehrere Bedingungen aus, und nur dann, wenn die Beurteilung erfolgt, daß die Zuverlässigkeit bei allen ausgewählten Bedingungen hoch ist, wird beurteilt, daß die Erkennungszuverlässigkeit hoch ist.

(7) Alternativ kann als Maßnahme zum Bewerten der Erkennungszuverlässigkeit ein anderes neura-

les Netzwerk zum Bewerten der Zuverlässigkeit, das sich vom vorstehend beschriebenen neuralen Netzwerk 650 unterscheidet, verwendet werden. Für diesen Fall ist die Verbindungsbeziehung zwischen dem neuralen Netzwerk 650 und einem anderen neuralen Netzwerk 661 zur Zuverlässigkeitssbewertung in Fig. 5 dargestellt. Das dabei verwendete neurale Zuverlässigkeitssbewertungsnetzwerk verfügt über einen Eingangsknoten zum Eingeben des Ausgangswerts Z_i ($1 \leq i \leq r$) des neuralen Netzwerks 650 sowie über $r + 1$ Ausgangsknoten. Nun sei angenommen, daß r Ausgangsknoten den jeweiligen Klassen entsprechen und der restliche eine Knoten dazu verwendet wird, "Klassifizierung unmöglich" anzuzeigen, wobei dann, wenn hohe Wahrscheinlichkeit für fehlerhafte Klassifizierung besteht, ein großer Wert ausgegeben wird. Das neurale Zuverlässigkeitssbewertungsnetzwerk 661 führt einen Lernvorgang wie folgt aus. Es sei angenommen, daß die Merkmalsparameter verschiedener Testmuster (alternativ können Muster verwendet werden, wie sie beim Trainieren des neuralen Netzwerks 650 verwendet werden) nach dem Lernvorgang in das neurale Netzwerk 650 eingegeben werden und der dabei auftretende Ausgangswert als Eingangswert des neuralen Zuverlässigkeitssbewertungsnetzwerks 661 verwendet wird. Dann wird, wenn die vom neuralen Netzwerk 650 ausgeführte Erkennung korrekt ist, ein solcher Sollausgangswert an das neurale Zuverlässigkeitserkennungsnetzwerk geliefert, daß der dieser Klasse entsprechende Ausgangsknoten den Wert 1 einnimmt und die anderen Ausgangsknoten den Wert 0 einnehmen. Wenn die vom neuralen Netzwerk 650 ausgeführte Erkennung fehlerhaft ist, wird diejenige erwünschte Ausgangsinformation an das neurale Zuverlässigkeitssbewertungsnetzwerk geliefert, daß der "Klassifizierung unmöglich" repräsentierende Ausgangsknoten den Wert 1 einnimmt und die anderen Ausgangsknoten den Wert 0 einnehmen.

Wenn tatsächliche Erkennung ausgeführt wird, wird der Merkmalsparameter des Objektbilds in das neurale Netzwerk 650 eingegeben, und die Ausgangswerte der jeweiligen Ausgangsknoten desselben werden in das neurale Zuverlässigkeitssbewertungsnetzwerk 661 eingegeben. Wenn der Knoten zum Ausgeben des Maximalwerts unter den jeweiligen Ausgangswerten ein anderer Knoten als der Knoten für "Klassifizierung unmöglich" ist, wird beurteilt, daß die Erkennungszuverlässigkeit hoch ist. Anders gesagt, wird beurteilt, daß die Erkennungszuverlässigkeit niedrig ist, wenn der Knoten zum Ausgeben des Maximalwerts unter den jeweiligen Ausgangswerten im Knoten für "Klassifizierung unmöglich" entspricht. Obwohl in diesem Fall die Anzahl der Ausgangsknoten des neuralen Zuverlässigkeitssbewertungsnetzwerks zu $r + 1$ angenommen ist, kann die Anzahl der Ausgangsknoten kleiner als $r + 1$ gewählt werden, solange diese Ausgangsknoten einen Knoten für die Beurteilung "Klassifizierung unmöglich" aufweisen.

Wenn die Verfahren (1) bis (6) verwendet werden, werden für die Meßmodi jeweils verschiedene Schwellenwerte verwendet, die in den Speicher 665 für Zuverlässigkeitsschwellenwerte eingespeichert werden. Alternativ können für die jeweiligen Meßmodi jeweils verschiedene Verfahren verwendet werden.

In der Ausgabewert-Umsetzeinheit 690 werden die jeweiligen Ausgangsknoten mit den Ausgangsgrößen in Beziehung gesetzt, und das Klassifizierungsergebnis wird an die Zähleinheit 670 und den Speicher 800 übertragen. Wenn bei diesem System angenommen wird, daß die Anzahl der Ausgangsknoten des neuralen Erkennungsnetzwerks 650 r ist und die Anzahl der tatsächlich vom System zu klassifizierenden Einzelobjekte t ist, gilt $r \geq t$. Anders gesagt, werden, wenn das Klassifizierungsergebnis ausgegeben wird, r Ausgangsknoten des neuralen Erkennungsnetzwerks 650 mit der Anzahl zu klassifizierender Größen (Klassen) in Beziehung gesetzt. Diese Beziehungsvorgehensweise ist in einer Umsetzungstabelle 695 abgespeichert. In der Ausgabewert-Umsetzeinheit 690 wird der Ausgangsknoten des neuralen Erkennungsnetzwerks 650, der den maximalen Ausgangswert liefert, mit der Klasse in Beziehung gesetzt, während auf den Inhalt der Umsetztabelle 695 Bezug genommen wird. Wenn ein Ausgangsknoten, für den in der Umsetztabelle 695 keine entsprechende Klasse beschrieben ist, unter den Knoten des neuralen Erkennungsnetzwerks 650 den Maximalwert ausgibt, wird keine Klassifizierung ausgeführt, was entsprechend wie der Fall gehandhabt wird, daß die Erkennungszuverlässigkeit niedrig ist. Der Inhalt dieser Umsetzungstabelle 695 kann z. B. mittels der Tastatur 630 der Durchsichtausrüstung 900 umgeschrieben werden. Es werden mehrere Arten von Umsetztischen vorbereitet, und dann werden die verschiedenen Umsetzungstabellen entsprechend den jeweiligen Meßmodi ausgewählt. Der Grund, weswegen ein derartiger Vorgang ausgeführt wird, ist der, daß klinikabhängig verschiedene Verfahren zum Klassifizieren von Harnsedimenten ausgeführt werden. D.h., daß die Einzelobjekte im neuralen Erkennungsnetzwerk 650 mit genauen Klassifizierungen klassifiziert werden, wohingegen in der Ausgangswertumsetzeinheit 690 einige Klassifizierungsklassen des neuralen Erkennungsnetzwerks 650 so kombiniert werden, daß ein Einzelobjekt gebildet ist, so daß eine Klassifizierung ausgeführt werden kann, die für die Klassifizierungsverfahren jeweiliger Kliniken geeignet ist. In diesem Fall können, da der Inhalt der Umsetzungstabelle 695 umschreibbar ist, die Klassifizierungsgrößen für die jeweiligen Krankenhäuser leicht geändert werden.

Die Zähleinheit 670 verfügt über Zähler, deren Anzahl derjenigen der zu klassifizierenden Klassen (Klassifizierungsgrößen) entspricht, und sie inkrementiert den Wert des Zählers, der der in der Ausgangswert-Umsetzeinheit 690 klassifizierten Größe entspricht. Wenn die Meßung hinsichtlich einer untersuchten Probe abgeschlossen ist, wird der Inhalt des Zählers an die Ausgabeeinrichtung 700 übertragen, und die Werte der jeweiligen Zähler werden auf 0 zurückgesetzt. Jedesmal dann, wenn die Meßung hinsichtlich einer untersuchten Probe abgeschlossen ist, gibt die Ausgabeeinrichtung 700 aus, wieviele Sedimentkomponenten jeder Klassengröße ermittelt werden konnten. Hinsichtlich dieser untersuchten Probe ist im Speicher 800 die Menge von Objekten abgespeichert, die ermittelt, jedoch nicht klassifiziert wurden, z. B. die Menge von Objekten, die wegen ihrer Größe zurückgewiesen wurden, und die Anzahl von Objekten, die aufgrund geringer Zuverlässigkeit aus der Klassifizierung ausgeschlossen wurden. Anders gesagt, ist im Speicher die Anzahl ermittelter, jedoch nicht klassifizierter Erkennungsobjekte (Muster), für die kein Klassifizierungsergebnis erzielt werden konnte, abgespeichert.

Fig. 1 ist ein Flußdiagramm, das die vorstehend be-

schriebenen Verarbeitungsvorgänge veranschaulicht, wie sie im Urinsedimentanalysator mit dem Mustererkennungssystem gemäß dem einen Ausführungsbeispiel der Erfindung ausgeführt werden. D.h., daß Fig. 1 den Prozeßablauf für ein gerade untersuchtes Objekt zeigt. Nun erfolgt eine Beschreibung für diesen Verarbeitungsvorgang:

- Schritt S1: Zu Initialisierungszwecken wird der Zähler der Zähleinheit 670 gelöscht (zurückgesetzt), das Größenzurückweisungsverfahren wird ausgewählt, der Größenzurückweisungs-Schwellenwert wird in den Speicher 645 für Zurückweitungsschwellenwerte eingeschrieben, hinsichtlich der Zuverlässigkeitssbewertungseinrichtung wird der Zuverlässigkeitssbewertungs-Schwellenwert in den Speicher 665 für Zuverlässigkeitsschwellenwerte eingeschrieben, und es wird die Ausgabewert-Umsetztabelle 695 ausgewählt.
- Schritt S2: Das Objekt wird photographiert und das photographierte Bild wird eingegeben.
- Schritt S3: Das Bildsignal wird A/D-umgesetzt.
- Schritt S4: Es erfolgt eine Bereichsunterteilung zum Unterteilen des Bildsignals in den Objektbereich und den Hintergrundbereich.
- Schritt S5: Überprüfen, ob ein unverarbeiteter Objektbereich vorhanden ist, da Fälle existieren, bei denen mehrere unabhängige Objekte (Bereiche) in einem einzelnen Bild vorhanden sind. Wenn kein unbearbeiteter Objektbereich vorliegt, wird ein Verarbeitungsvorgang gemäß einem Schritt S13 ausgeführt. Wenn ein unbearbeiteter Objektbereich vorliegt, werden Verarbeitungsvorgänge ausgeführt, wie sie in den auf den Schritt S6 folgenden Schritten definiert sind.
- Schritt S6: Berechnen des Bildmerkmalsparameters für den interessierenden Objektbereich.
- Schritt S7: Zurückweisen eines Objekts mit kleinerer Größe als einer vorbestimmten Größe unter Verwendung von Werten, die die Abmessung des Objektbereichs anzeigen, z. B. der Fläche, des Umfangs oder einer Projektionslänge, die zu den Bildmerkmalsparametern gehören. Wenn eine Zurückweisung vorgenommen wird, kehrt der Verarbeitungsvorgang zum Schritt S5 zurück, in dem die Verarbeitung für einen im Bild verbliebenen Objektbereich erfolgt. Wenn keine Zurückweisung aufgrund der Größe erfolgt, wird der im Schritt S8 definierte Verarbeitungsvorgang ausgeführt.
- Schritt S8: Eingabe des Merkmalsparameters in das neurale Erkennungsnetzwerk 650, damit dieser klassifiziert wird.
- Schritt S9: Beurteilen, unter Bezugnahme auf die Ausgangswerte des neuralen Erkennungsnetzwerks 650, ob die Klassifizierungszuverlässigkeit hoch ist oder nicht. Die Beurteilung, ob die Klassifizierungszuverlässigkeit hoch ist oder nicht, wird unter Verwendung eines beliebigen der oben angegebenen Verfahren (1) bis (7) ausgeführt. Wenn beurteilt wird, daß die Zuverlässigkeit gering ist, wird der im Schritt S5 definierte Verarbeitungsvorgang ausgeführt, in dem die im Bild enthaltenen restlichen Objektbereiche verarbeitet werden. Wenn beurteilt wird, daß die Zuverlässigkeit hoch ist, wird der Verarbeitungsvorgang gemäß dem folgenden Schritt S10 ausgeführt.
- Schritt S10: Ausführen einer Ausgangswertumsetzung, durch die die jeweiligen Ausgangsknoten

des neuralen Erkennungsnetzwerks 650 in Beziehung zur jeweiligen Klassifizierungsgröße gesetzt werden.

- Schritt S11: Zählen, wieviele Objekte der jeweiligen Klassifizierungsgrößen von der Zähleinheit 670 ermittelt wurden.
- Schritt S12: Sowohl das Objektbild als auch das Erkennungsergebnis werden in den Speicher 800 eingespeichert. Nachdem die Verarbeitungsvorgänge bis zum Schritt S12 abgeschlossen sind, kehrt der Ablauf erneut zum Schritt S5 zurück, in dem der Verarbeitungsvorgang für die restlichen im Bild enthaltenen Objektbereiche ausgeführt wird.
- Schritt S13: Es wird beurteilt, ob die Meßung für die gerade untersuchte Probe abgeschlossen ist oder nicht. Wenn die Meßung abgeschlossen ist, werden die Verarbeitungsvorgänge beendet. Wenn dagegen die Meßung nicht abgeschlossen ist, kehrt der Ablauf zum Schritt S2 zurück, in dem ein Bild neu eingegeben wird, und dann werden die Verarbeitungsvorgänge gemäß den obenbeschriebenen Schritten ausgeführt.

Während als Ausführungsbeispiel für ein erfindungsgemäßes Mustererkennungssystem ein Urinsedimentanalysator beschrieben ist, ist die Erfindung nicht hierauf beschränkt, sondern sie kann z. B. bei verschiedenen Blutbildklassifizierungen verwendet werden, z. B. bei Klassifizierung für rote Blutzellen oder solchen für weiße Blutzellen. Die Erfindung kann auch bei solchen Systemen angewandt werden, die die Außenform einer Pflanze, die Außenform eines Blatts einer Pflanze oder die Form eines Mikroorganismus klassifizieren.

Bei Mustererkennungssystemen können zwar häufig erscheinende Objekte mehr oder weniger stark zurückgewiesen werden, jedoch ist es erforderlich, daß selten auftretende Objekte nicht übersehen werden. Selten auftretende Objekte sollten also so wenig wie möglich zurückgewiesen werden. Insbesondere ist es bei Urinsedimentuntersuchungen, wie sie oben beschrieben sind, wirkungsvoll, daß Erkennungsergebnisse dadurch zurückgewiesen werden, daß entsprechende Schwellenwerte für die Ausgangswerte für die jeweiligen Ausgangsknoten des neuralen Netzwerks eingestellt werden. Bei einer Urinsedimentuntersuchung sollte hinsichtlich auftretender Objekte z. B. die folgende Maßnahme vorhanden sein. Als Ergebnis eines Vergleichs zwischen der Koinzidenzrate beim Verfahren, gemäß dem keine Zurückweisung eines Erkennungsergebnisses erfolgt, und der Koinzidenzrate beim obenerläuterten Verfahren (1) zum Ausführen einer Zurückweisung von Erkennungsergebnissen, betrug die erstgenannte Koinzidenzrate ungefähr 60% und die zweitgenannte Koinzidenzrate ungefähr 90%. Dieser Vergleich wurde für dasselbe Untersuchungsobjekt ausgeführt. Die Koinzidenzrate ist eine Rate, bei der das durch das Analyzersystem erzielte Klassifizierungsergebnis und das durch Beobachtung erzielte Klassifizierungsergebnis für alle Objekte gleich sind. Infolgedessen entsprach das durch das Analyzersystem erhaltene Klassifizierungsergebnis ungefähr dem durch Beobachtung erhaltenen Klassifizierungsergebnis.

Patentansprüche

1. Mustererkennungssystem, gekennzeichnet durch eine Mustererkennungsverarbeitungseinrichtung (600) mit Netzwerkaufbau (650), der aus

folgendem besteht:

- a) einer Eingangsschicht (651) zum Eingeben von Merkmalsparametern eines zu erkennenden Objekts als Eingangsinformation;
- b) einer verborgenen Schicht (652) zum Verarbeiten der Eingangsinformation;
- c) einer Ausgangsschicht (653) zum Ausgeben eines Verarbeitungsergebnisses und zum Vergleichen der Ausgabewerte jeweiliger die Ausgabeschicht bildender Ausgabeknoten abhängig von der Eingangsinformation miteinander;
- d) einer Speichereinrichtung (665) zum Einspeichern einer Klassifizierungsgröße, die den Ausgangsknoten entspricht, dessen Ausgangswert maximal ist, als Erkennungsergebnis hinsichtlich der Eingangsinformation; und
- e) einer Zuverlässigkeitbewertungseinrichtung (660) zum Einstellen eines Schwellenwerts hinsichtlich des Ausgangswerts jedes Ausgangsknotens und zum Bewerten der Zuverlässigkeit des Erkennungsergebnisses auf Grundlage der Ausgangswerte der jeweiligen Ausgangsknoten;
- f) wobei dann, wenn die Zuverlässigkeitbewertungseinrichtung beurteilt, daß die Zuverlässigkeit hoch ist, das Erkennungsergebnis in die Speichereinrichtung eingespeichert wird.

2. Mustererkennungssystem, gekennzeichnet durch eine Mustererkennungsverarbeitungseinrichtung (600) mit Netzwerkaufbau (650), der aus folgendem besteht:

- a) einer Eingangsschicht (651) zum Eingeben von Merkmalsparametern eines zu erkennenden Objekts als Eingangsinformation;
- b) einer verborgenen Schicht (652) zum Verarbeiten der Eingangsinformation; und
- c) einer Ausgangsschicht zum Ausgeben eines Verarbeitungsergebnisses;

— wobei die Ausgangswerte der jeweiligen die Ausgangsschicht bildenden Ausgangsknoten, die der Eingangsinformation entsprechen, durch die Mustererkennungs-Verarbeitungseinrichtung miteinander verglichen werden und eine Klassifizierungsgröße, die demjenigen Ausgangsknoten entspricht, dessen Ausgangswert maximal ist, als Erkennungsergebnis hinsichtlich der Eingangsinformation in die Speichereinrichtung eingespeichert wird; und

— wobei dann, wenn mehrere vorbestimmte Ausgangsknoten Maximalwerte ausgeben, das Erkennungsergebnis in die Speichereinrichtung eingespeichert wird.

3. System nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Anzahl zu erkennender Objekte, für die kein Erkennungsergebnis erzielt werden konnte, gezählt wird und der Zählerwert in die Speichereinrichtung eingespeichert wird.

4. System nach einem der vorstehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch eine Eingabeeinrichtung (930), mittels der eine Bedienperson die Entsprechung zwischen den Ausgangsknoten und den Klassifizierungsgrößen ändern kann.

5. System nach Anspruch 2, gekennzeichnet durch eine Eingabeeinrichtung (930), durch die eine Bedienperson die mehreren speziellen Ausgangsknoten einstellen kann.

6. System nach einem der vorstehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, daß die Zuverlässigkeitseinstellungseinrichtung beurteilt, daß die Zuverlässigkeit hoch ist, wenn der Maximalwert unter den Ausgangswerten der jeweiligen Ausgangsknoten größer als der Schwellenwert ist, der für den Maximalwert ausgebenden Ausgangsknoten eingestellt ist.

7. System nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Zuverlässigkeitseinstellungseinrichtung beurteilt, daß die Zuverlässigkeit hoch ist, wenn der zweitmaximale Wert unter den Ausgangswerten der jeweiligen Ausgangsknoten kleiner als der Schwellenwert ist, der für den Ausgangsknoten zum Ausgeben des zweitmaximalen Werts eingestellt ist.

8. System nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Zuverlässigkeitseinstellungseinrichtung beurteilt, daß die Zuverlässigkeit hoch ist, wenn die Differenzwerte zwischen dem Maximalwert und dem zweitmaximalen Wert unter den Ausgangswerten der jeweiligen Ausgangsknoten größer als der Schwellenwert ist, der für den Ausgangsknoten zum Ausgeben des Maximalwerts eingestellt ist.

9. System nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Zuverlässigkeitseinstellungseinrichtung beurteilt, daß die Zuverlässigkeit hoch ist, wenn das Verhältnis aus dem Maximalwert unter den Ausgangswerten der jeweiligen Ausgangsknoten zur Summe der Ausgangswerte der jeweiligen Ausgangsknoten größer als der Schwellenwert ist, der für den Ausgangsknoten zum Ausgeben des Maximalwerts eingestellt ist.

10. System nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Zuverlässigkeitseinstellungseinrichtung die Differenz zwischen dem Ausgangswert jedes der Ausgangsknoten und einem anderen Ausgangswert berechnet, wobei angenommen ist, daß die Zuverlässigkeitseinstellungseinrichtung für jeden jeweiligen Ausgangsknoten ein ideales Erkennungsergebnis erzielen kann, und sie beurteilt, daß die Zuverlässigkeit hoch ist, wenn die Summe der Quadrate der Differenzen kleiner als der Schwellenwert ist, der für den Ausgangsknoten zum Ausgeben des Maximalwerts eingestellt ist.

11. System nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß dann, wenn mehrere aus den unten angegebenen Bedingungen (1) bis (5) ausgewählten Bedingungen vollständig erfüllt sind, die Zuverlässigkeitseinstellungseinrichtung beurteilt, daß die Zuverlässigkeit hoch ist:

(1) wenn der Maximalwert unter den Ausgangswerten der jeweiligen Ausgangsknoten größer als der Schwellenwert ist, der für den Ausgangsknoten zum Ausgeben des Maximalwerts eingestellt ist;

(2) wenn der zweitmaximale Wert unter den Ausgangswerten der jeweiligen Ausgangsknoten kleiner als der für den Ausgangsknoten zum Ausgeben des zweitmaximalen Werts eingestellte Schwellenwert ist;

(3) wenn die Differenz zwischen dem Maximalwert und dem zweitmaximalen Wert unter den Ausgangswerten der jeweiligen Ausgangsknoten größer als der Schwellenwert ist, der für den Ausgangsknoten zum Ausgeben des Maximalwerts eingestellt ist;

(4) wenn das Verhältnis zwischen dem Maximalwert unter den Ausgangswerten der jeweiligen Ausgangsknoten und der Summe der Ausgangswerte der jeweiligen Ausgangsknoten größer als der Schwellenwert ist, der für den Ausgangsknoten zum Ausgeben des Maximalwerts eingestellt ist; und

(5) wenn die Zuverlässigkeitsteilungseinrichtung eine Differenz zwischen dem Ausgangswert jedes Ausgangsknotens und einem anderen Ausgangswert berechnet, wobei angenommen ist, daß die Zuverlässigkeitsteilungseinrichtung für jeden der jeweiligen Ausgangsknoten ein ideales Erkennungsergebnis erzielen kann, und die Summe der Quadrate der Differenzen kleiner als der Schwellenwert ist, der für den Ausgangsknoten zum Ausgeben des Maximalwerts eingestellt ist.

12. System nach Anspruch 11, gekennzeichnet durch eine Eingabeeinrichtung (930), mit der eine Bedienperson mehrere kombinierte Bedingungen auswählen kann.

13. System nach einem der vorstehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch eine Eingabeeinrichtung (930), mit der eine Bedienperson den Schwellenwert einstellen kann.

14. System nach einem der vorstehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch

- einen weiteren Netzwerkaufbau, der sich vom genannten Netzwerkaufbau unterscheidet und einen Eingangsknoten zum Eingeben der Ausgangswerte der Ausgangsknoten zum Mustererkennungssystem gemäß einem der vorstehenden Ansprüche sowie einen Ausgangsknoten zum Beurteilen, daß das zu erkennende Objekt nicht klassifiziert werden kann, aufweist; und
- eine Zuverlässigkeitsteilungseinrichtung zum Beurteilen der Zuverlässigkeit des Erkennungsergebnisses auf Grundlage des Ausgangswerts des Ausgangsknotens zum Beurteilen von "Klassifizierung unmöglich";
- wobei dann, wenn der Ausgangsknoten zum Ausgeben eines Ausgangswerts, der den Maximalwert unter den Ausgangswerten der jeweiligen Ausgangsknoten anzeigt, einem Ausgangsknoten entspricht, der "Klassifizierung unmöglich" bewertet, die Zuverlässigkeitsteilungseinrichtung beurteilt, daß die Zuverlässigkeit gering ist.

15. Mustererkennungssystem, gekennzeichnet durch eine Mustererkennungsverarbeitungseinrichtung (600) mit Netzwerkaufbau (650), der aus folgendem besteht:

- a) einer Eingangsschicht (651) zum Eingeben von Merkmalsparametern eines zu erkennenden Objekts als Eingangsinformation;
- b) einer verborgenen Schicht (652) zum Verarbeiten der Eingangsinformation;
- c) einer Ausgangsschicht (653) zum Ausgeben eines Verarbeitungsergebnisses und zum Vergleichen der Ausgabewerte jeweiliger die Ausgabeschicht bildender Ausgabeknoten abhängig von der Eingangsinformation miteinander;
- d) einer Speichereinrichtung (665) zum Einspeichern einer Klassifizierungsgröße, die dem Ausgangsknoten entspricht, dessen Ausgangswert maximal ist, als Erkennungsergebnis hin-

sichtlich der Eingangsinformation; und

g) einer Strömungszelle (100), einer Impulslampe (300) und einer optischen Vergrößerungseinrichtung (400);

h) einem optischen System, das dafür sorgt, daß ein das zu erkennende Objekt enthaltendes Fluid in die Strömungszelle strömt und von der Impulslampe abgestrahltes Licht auf ein Teilchen strahlt, das durch einen Photographierbereich innerhalb der Strömungszelle läuft, wodurch ein vergrößertes Bild eines interessierenden Teilchens unter Verwendung der optischen Vergrößerungseinrichtung als Stehbild photographiert wird;

i) einer Einrichtung zum Berechnen eines Werts, der eine Abmessung eines in einem Teilchenbild enthaltenen Teilchenbereichs anzeigt, wobei das Eingangsbild das Teilchenbild ist; und

e) einer Zuverlässigkeitsteilungseinrichtung (660) zum Einstellen eines Schwellenwerts hinsichtlich des Ausgangswerts jedes Ausgangsknotens und zum Bewerten der Zuverlässigkeit des Erkennungsergebnisses auf Grundlage der Ausgangswerte der jeweiligen Ausgangsknoten;

j) wobei das zu erkennende Objekt ein in einem Fluid enthaltenes Teilchen ist;

f) wobei dann, wenn die Zuverlässigkeitsteilungseinrichtung beurteilt, daß die Zuverlässigkeit hoch ist, das Erkennungsergebnis in die Speichereinrichtung eingespeichert wird;

k) der die Abmessung des Teilchenbereichs anzeigende Wert der Fläche desselben, einer Projektionsrichtung desselben, wenn er entlang einer vorgewählten, eindimensionalen Richtung projiziert wird oder seinem Umfang entspricht; und

l) wobei dann, wenn der die Abmessung anzeigende Wert kleiner als ein voreingestellter Schwellenwert oder gleich groß ist, das Erkennungsergebnis nicht erfaßt wird, wohingegen dann, wenn der die Abmessung angebende Wert größer als der Schwellenwert ist, das Erkennungsergebnis erfaßt wird.

16. Mustererkennungssystem, gekennzeichnet durch eine Mustererkennungsverarbeitungseinrichtung (600) mit Netzwerkaufbau (650), der aus folgendem besteht:

- a) einer Eingangsschicht (651) zum Eingeben von Merkmalsparametern eines zu erkennenden Objekts als Eingangsinformation;
- b) einer verborgenen Schicht (652) zum Verarbeiten der Eingangsinformation;
- c) einer Ausgangsschicht (653) zum Ausgeben eines Verarbeitungsergebnisses und zum Vergleichen der Ausgabewerte jeweiliger die Ausgabeschicht bildender Ausgabeknoten abhängig von der Eingangsinformation miteinander;
- d) einer Speichereinrichtung (665) zum Einspeichern einer Klassifizierungsgröße, die dem Ausgangsknoten entspricht, dessen Ausgangswert maximal ist, als Erkennungsergebnis hinsichtlich der Eingangsinformation; und
- g) einer Strömungszelle (100), einer Impulslampe (300) und einer optischen Vergrößerungseinrichtung (400);
- h) einem optischen System, das dafür sorgt,

daß ein das zu erkennende Objekt enthaltende Fluid in die Strömungszelle strömt und von der Impulslampe abgestrahltes Licht auf ein Teilchen strahlt, das durch einen Photographierbereich innerhalb der Strömungszelle läuft, wodurch ein vergrößertes Bild eines interessierenden Teilchens unter Verwendung der optischen Vergrößerungseinrichtung als Stehbild photographiert wird;

j) wobei das zu erkennende Objekt ein in einem Fluid enthaltenes Teilchen ist;

k) der die Abmessung des Teilchenbereichs anzeigende Wert der Fläche desselben, einer Projektionsrichtung desselben, wenn er entlang einer vorgewählten, eindimensionalen Richtung projiziert wird oder seinem Umfang entspricht;

l) wobei dann, wenn der die Abmessung anzeigende Wert kleiner als ein voreingestellter Schwellenwert oder gleich groß ist, das Erkennungsergebnis nicht erfaßt wird, wohingegen dann, wenn der die Abmessung angebende Wert größer als der Schwellenwert ist, das Erkennungsergebnis erfaßt wird; und

m) wobei dann, wenn mehrere vorbestimmte Ausgangsknoten Maximalwerte ausgeben, das erhaltene Erkennungsergebnis in die Speicher-einrichtung eingespeichert wird.

17. System nach Anspruch 15, gekennzeichnet durch mehrere Meßmodi, bei denen jeweils voneinander verschiedene Geschwindigkeiten des durch die Strömungszelle strömenden Fluids vorliegen.

18. System nach Anspruch 16, gekennzeichnet durch mehrere Meßmodi, bei denen jeweils voneinander verschiedene Geschwindigkeiten des durch die Strömungszelle strömenden Fluids vorliegen.

19. System nach Anspruch 15, gekennzeichnet durch mehrere Meßmodi mit jeweils verschiedenen Vergrößerungen der optischen Vergrößerungseinrichtung.

20. System nach Anspruch 16, gekennzeichnet durch mehrere Meßmodi mit jeweils verschiedenen Vergrößerungen der optischen Vergrößerungseinrichtung.

21. System nach Anspruch 15, gekennzeichnet durch eine Eingabeeinrichtung (930), mit der eine Bedienperson den Schwellenwert einstellen kann.

22. System nach Anspruch 16, gekennzeichnet durch eine Eingabeeinrichtung (930), mit der eine Bedienperson den Schwellenwert einstellen kann.

23. System nach einem der Ansprüche 15 bis 22, gekennzeichnet durch jeweils voneinander verschiedene Netzwerkaufbauten in den mehreren Meßmodi.

24. System nach einem der Ansprüche 15 bis 22, dadurch gekennzeichnet, daß in jedem der mehreren Meßmodi ein jeweils anderer Schwellenwert in der Zuverlässigkeitssbewertungseinrichtung verwendet wird.

25. System nach einem der Ansprüche 15 bis 22, dadurch gekennzeichnet, daß das Mustererkennungssystem bei jedem der mehreren Meßmodi eine jeweils andere Zuverlässigkeitssbewertungseinrichtung verwendet.

26. System nach einem der Ansprüche 15 bis 22, dadurch gekennzeichnet, daß bei den mehreren Meßmodi jeweils ein anderer Schwellenwert hinsichtlich des Werts vorliegt, der die Abmessung des

Teilchenbereichs angibt.

27. System nach einem der Ansprüche 15 bis 22, dadurch gekennzeichnet, daß bei den mehreren Meßmodi jeweils ein anderer Wert vorliegt, der die Abmessung des Teilchenbereichs angibt.

28. System nach einem der Ansprüche 15 bis 22, dadurch gekennzeichnet, daß bei jedem der mehreren Meßmodi die Entsprechungsbeziehung zu den Ausgangsknoten des Netzwerkaufbaus und den Klassifizierungsgrößen jeweils eine andere ist.

Hierzu 6 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

FIG.1

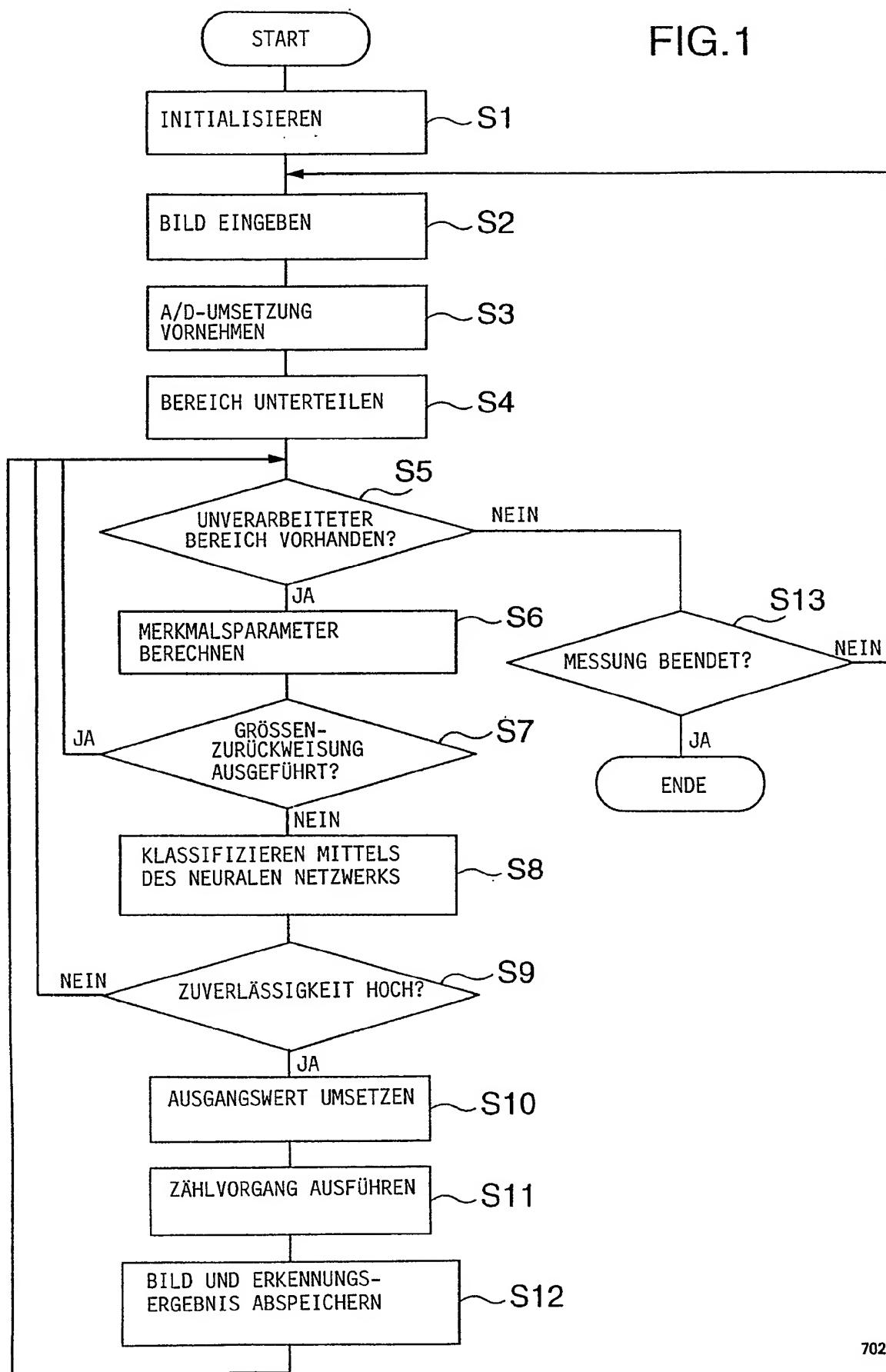
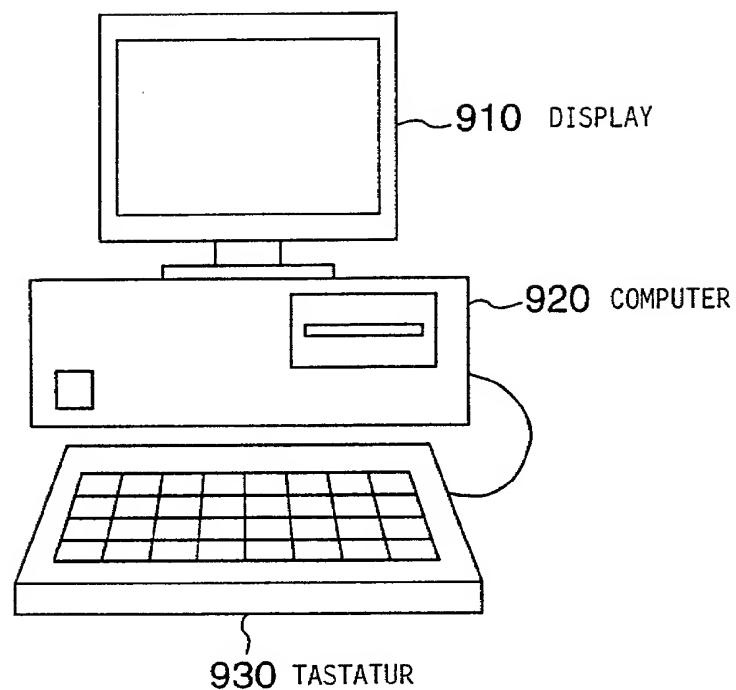


FIG.2



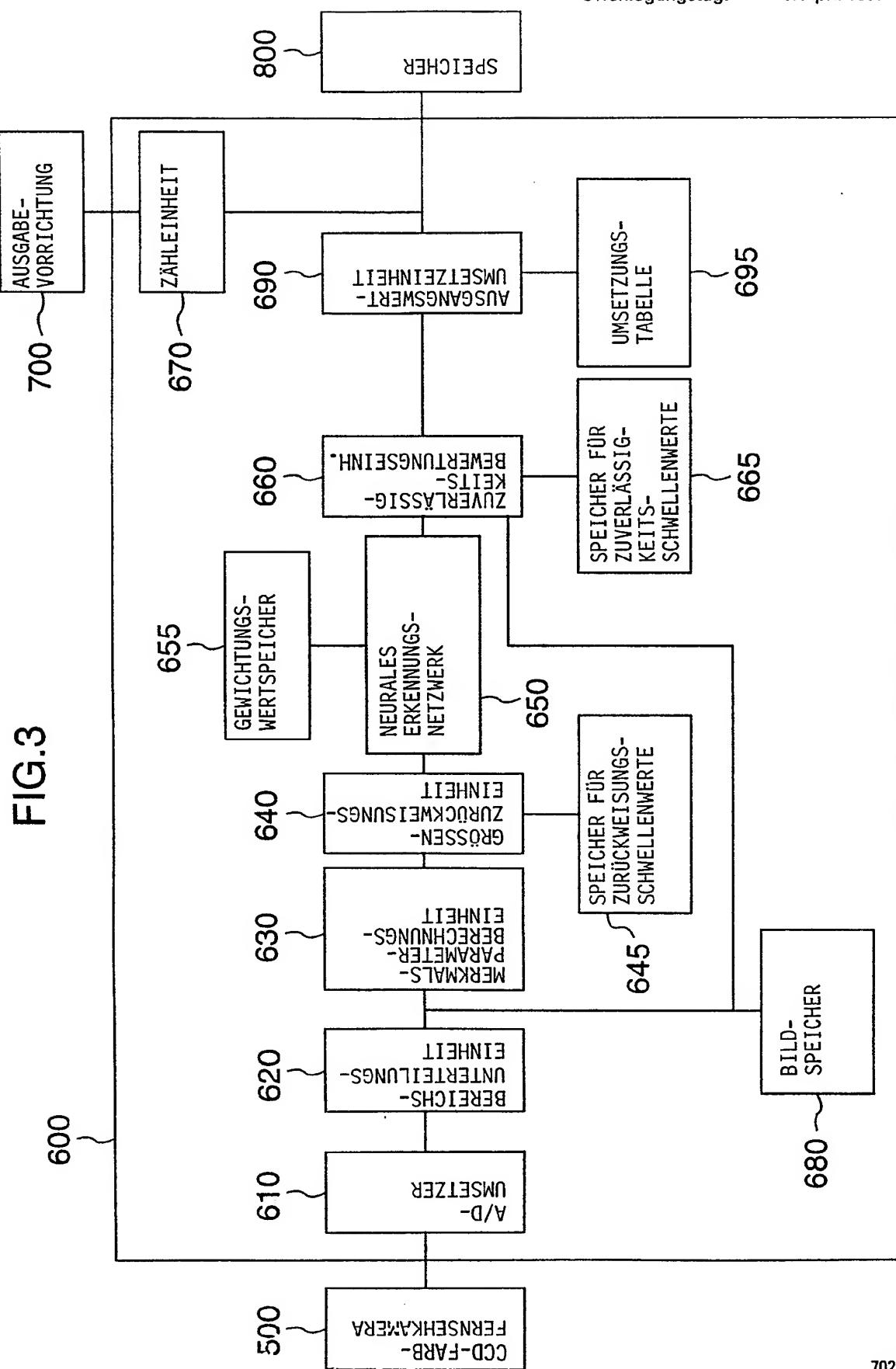


FIG.4

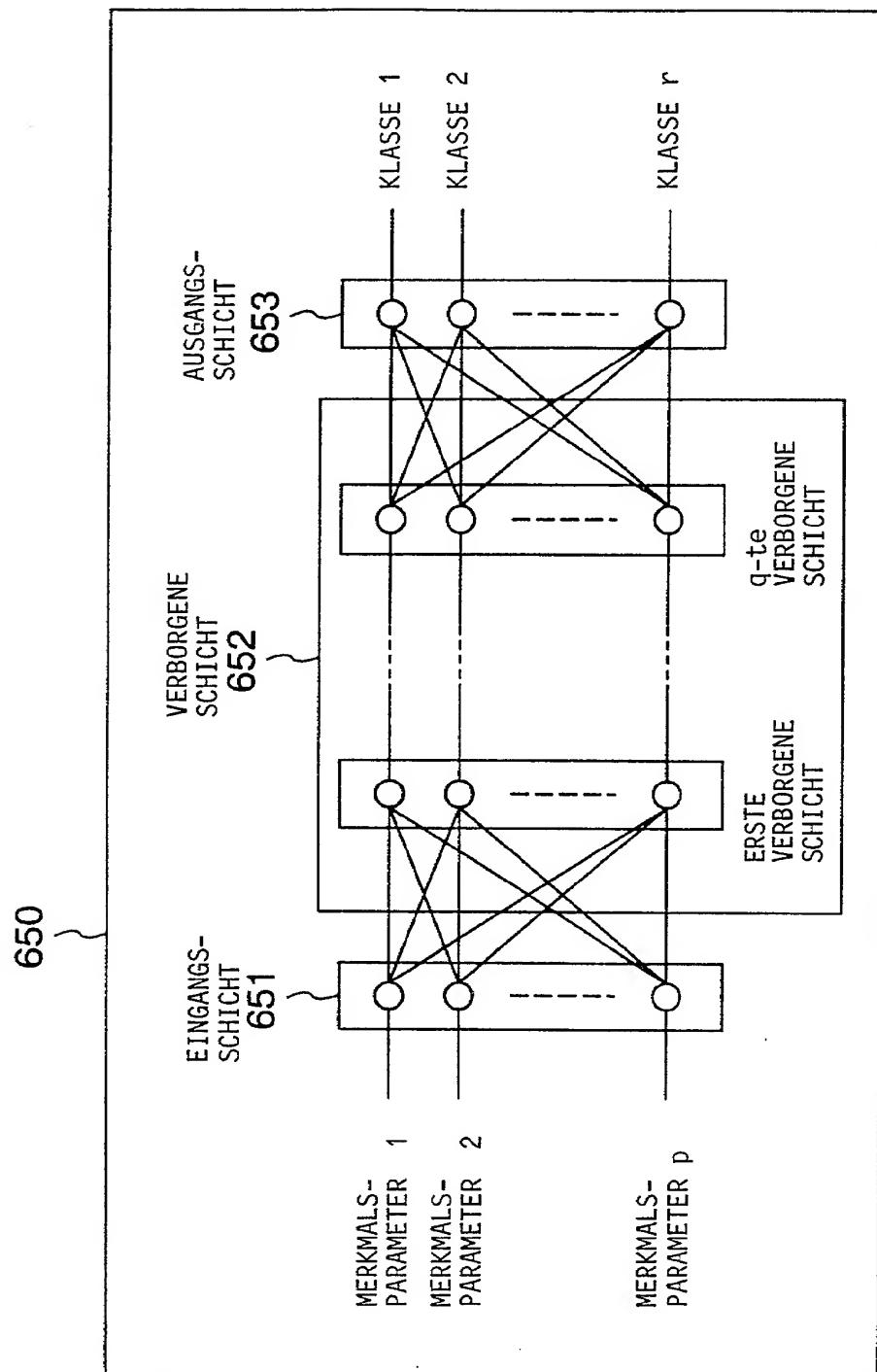


FIG.5

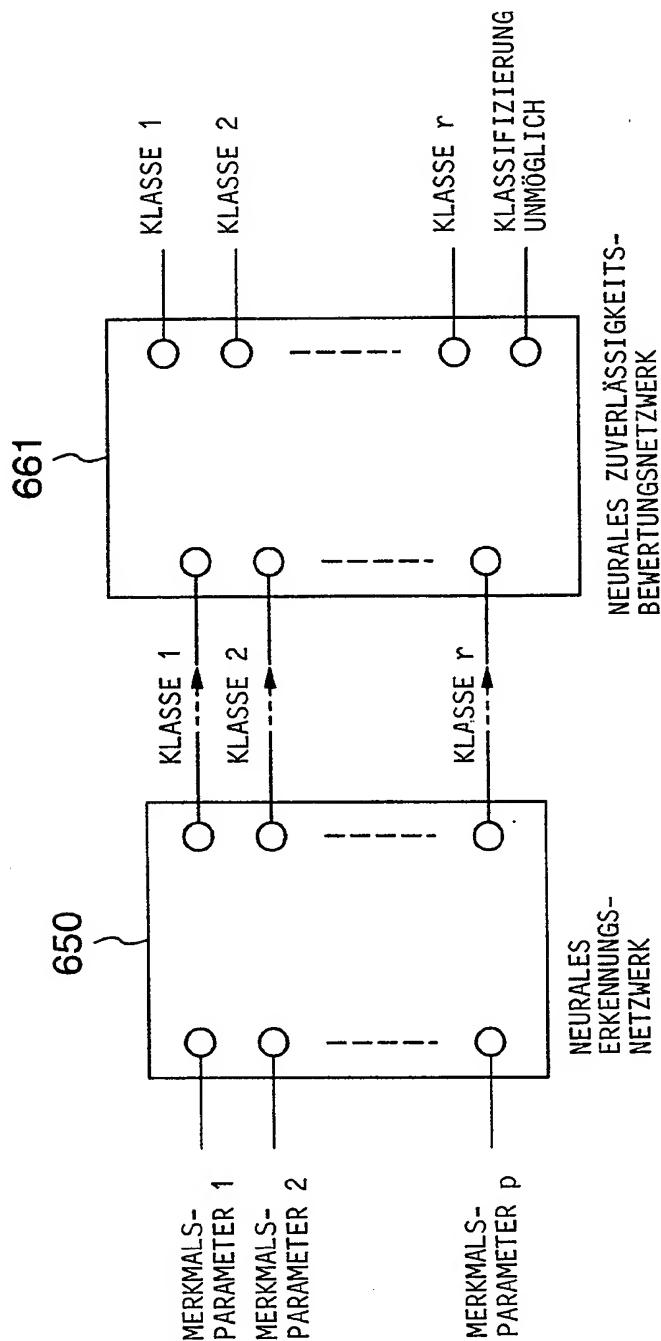


FIG.6

